

Собранный продукт в виде рыхлой, слабо текучей массы утилизируют путем сжигания, брикетирования или захоронения в открытых траншеях, котлованах на специально отведенных территориях.

Таким образом, можно сказать, что терморасщепленный графитовый сорбент «Ливсор-С» является эффективным средством для удаления и сбора аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Высокая его сорбционная способность и плавучесть на поверхности воды, а также дешевизна, общедоступность, делают его незаменимым продуктом в очистке воды.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Красовицкая, М.Л. Вопросы гигиены атмосферного воздуха в районе нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. – М.: Медицина, 1972. – 170 с.
2. Нельсон-Смит, А. Загрязнение моря нефтью. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 124 с.
3. Zafirion, O.C. Improved method for characterizing environmental hydrocarbons by gas chromatography // Anal. Chem. – 1973. – Vol. 45. – N 6. – P. 952–956.
4. Миронов, О.Г. Биологические аспекты загрязнения морей нефтью и нефтепродуктами // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1972. – № 2. – С. 52–59.
5. Ворошилова, А.А. О бактериальном окислении нефти и ее миграции в природных водах / А.А. Ворошилова, Е.В. Дианова – «Микробиология», 1950. – Т. 19. – Вып. 3. – С. 203–210.
6. Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана / Под ред. Нестеровой, 1989.
7. Сумароков, М.В. Утилизация нефтесодержащих сточных вод на промышленных предприятиях / М.В. Сумароков, Н.Ф. Абрамов, В.М. Астрецов // Современное состояние и тенденции развития больших городов в СССР и за рубежом: Экспресс-информация. – М.: МГЦНТИ, 1990.
8. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды: Справ. пос. – Л.: Стройиздат, 1985. – С. 12.
9. Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1976. – 510 с.
10. Смирнов, А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
11. Способ удаления нефти и нефтепродуктов с поверхности воды: А.с. 1062340 СССР. – Би. – 1983. – № 47.
12. Способ гидрофобизации вспученного перлитового песка: А.с. 1171585 СССР. – Би. – 1985. – № 29.
13. А.с. 1193947 СССР. Гидрофобный адсорбент для сбора нефти с поверхности воды. – Би. – 1985. – № 43.
14. Способ получения гидрофобного адсорбента для извлечения нефтепродуктов из водных сред: патент РФ № 2055637. – Би. – 1996. – № 7.
15. Цуцаева, В.В. Текстильный горошек – эффективный сорбент для ликвидации разливов нефти / В.В. Цуцаева, М.М. Пуговкин, М.Ю. Савушкина // Нефтяное хозяйство. – 1991. – № 8. – С. 33–34.
16. Крупное, Р.А. Использование торфа и торфяных месторождений в народном хозяйстве / Р.А. Крупное, Е.Т. Базин, М.В. Попов – М.: Недра, 1992. – 233 с.
17. Сорбент графитовый терморасщепленный «Ливсор-С». Технические условия: ТУ БУ 190747181.001-2006.

Материал поступил в редакцию 07.04.11

YALOVAJA N.P., STROKACH P.P., BORSUK I.P. Research of process of removal petroleum of containing pollution from superficial waters

The advantages both lacks of known methods and ways of clearing of superficial waters from petroleum are considered. Is investigated technology sorption clearing petroleum of containing pollution thermosplit graphite sorbate "Livsor-with".

УДК 628.316

Яловая Н.П., Борсук И.П.

ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Введение. Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные природные воды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ: низко- и высокомолекулярных предельных, непредельных алифатических, нафтеновых, ароматических углеводородов, кислородосодержащих, азотистых, сернистых соединений, а также ненасыщенных гетероциклических соединений типа смол, асфальтенов, ангидридов, асфальтеновых кислот.

По роду соображений понятие «нефтепродукты» условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды), которая составляет 70–90% от суммы всех веществ, присутствующих в нефти и продуктах ее переработки.

Источники поступления в природные воды нефтепродуктов. Нефтепродукты поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем [1, 2, 3], со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами [1, 4]. Некоторая часть углеводородов поступает в воду в результате прижизненных и посмертных выделений растительными и животными организмами [5, 6].

Интенсивно загрязняет природные водные объекты поверхностный сток, формирующийся на городской территории. Поступление нефтепродуктов на поверхность автодорог связано с протечками

топлива, моторного, трансмиссионного масла, смазочных материалов из различных систем автомобиля.

В значительной степени уровень загрязнения окружающей природной среды отходами и потерями в нефтепродуктах может быть снижен поддержанием оборудования складов горюче-смазочных материалов (ГСМ) в исправном состоянии, повышением технической культуры обслуживающего персонала и систематическим контролем за выполнением мероприятий по охране природы со стороны должностных лиц, занимающихся вопросами обеспечения ГСМ, эксплуатацией автотракторной и другой специальной техники.

Миграция нефтепродуктов в водной среде. Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности [7, 8, 9]. Количественное соотношение в этих формах определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления нефтепродуктов в водоем [10, 11], расстояние от пунктов сброса, скорость течения и перемешивания водных масс и другие особенности гидрологического режима водоема, характер и степень его загрязненности, а также состав нефтепродуктов, их растворимость, плотность, вязкость, температура кипения компонентов и т.д. [10]. Последнее, особенно различия в растворимости и плотностях компонентов нефтепродуктов, является причиной того, что фракционирование их сопровождается заметным изменением химического состава в разных формах миграции [8].

Попадая в водную среду, нефть разливается на поверхности воды тонким мономолекулярным слоем и образует нефтяное пятно, захватывающее в зависимости от масштабов выброса пространство в десятки, сотни и тысячи квадратных километров. Нефть формирует пленки различной мощности, уничтожающие капиллярные волны и подавляющие мелкие гравитационные волны. Затем наступает процесс испарения летучих компонентов, который наиболее интенсивно идет вначале. За 12 часов улетучивается до 25% легких фракций нефти. Затем процесс испарения замедляется. Подобное особенно характерно для сырой нефти, в которой летучие компоненты составляют от 20 до 50% состава. Сырая нефть может отдать в атмосферу до 50% своих компонентов, дизельное топливо – до 75%, тяжелые нефтепродукты – до 10% и нефтеостатки – менее 10%. Ускоряют этот процесс сильные ветры, волнение и повышение температуры. При температуре выше 15°C все углеводороды до d_5 испаряются за 10 суток. Испарение нефти приводит не только к потере низкокипящих компонентов. Уже в первые часы поступления нефти в воду происходит утилизация алканов от 50 до 90%. Через несколько дней количество оставшейся нефти будет соответствовать количеству содержащихся в ней компонентов, имеющих температуру кипения выше 370°C. Так, легкая сырая нефть за несколько дней может испариться на 66%, более тяжелая – на 20-40%. Весьма интенсивно за счет испарения идет удаление бензиновых и керосиновых фракций, дизельного топлива и других более низкотемпературных соединений нефти. Однако нельзя считать вынос легких фракций нефти за самоочищение водной среды. Кроме испарения идет процесс растворения разлитой нефти (до 5%).

Растворимость углеводородов уменьшается с увеличением числа атомов углерода в молекуле. Ароматические углеводороды растворяются быстрее, чем парафины с открытыми цепями [12]. Эмульгированию нефти (дроблению на устойчивые мельчайшие капли) в водной среде способствуют гидролитические процессы. Кроме этого, основная масса нефтяных загрязняющих веществ содержит большое количество нефтяных ПАВ и природных эмульгаторов (смола, асфальтенов, карбенов, высокодисперсных механических примесей), что способствует самоэмульгированию загрязняющих веществ в объеме воды. Смешиваясь с водой, нефть образует эмульсии двух типов: прямые – «нефть в воде» и обратные – «вода в нефти». Прямые эмульсии, составленные каплями нефти до 0,5 мкм, менее устойчивы и особенно характерны для нефти, содержащей ПАВ. После удаления летучих и растворимых фракций, нефть часто образует вязкие обратные эмульсии, которые стабилизируются высокомолекулярными соединениями типа смол и асфальтенов, и содержит 50–70% воды – «шоколадный мусс» [13]. Под влиянием абиотических факторов вязкость «мусса» повышается и начинается процесс слияния в агрегаты, или смоляные образования – нефтяные комочки размерами от 1 мм до 10 см (чаще 1–20 мм). Агрегаты представляют собой смесь высокомолекулярных углеводородов (парафинонафтовых и ароматических), смол и асфальтенов. Потери нефти при формировании агрегатов составляют 5–10%. Высоковязкие образования – «шоколадный мусс» и нефтяные комочки – могут длительное время сохраняться на водной поверхности, переноситься течениями, выбрасываться на берег, загрязняя побережья, пляжи, портовые сооружения, и оседать на дно. Источники и механизмы накопления нефтяных загрязняющих веществ в донных осадках различные. Прежде всего, это процесс седиментации смоляных образований. Глубина проникновения нефтяных углеводородов в донные отложения разнообразна и зависит от структурно-грунтового состава нефтяных загрязняющих веществ и осадков, солености воды, гидрометеорологических процессов, геоморфологических и других факторов. Все вышеупомянутые изменения, происходящие с нефтью при попадании в водную среду, видоизменяют и перераспределяют первоначальные нефтепродукты, а химическое и микробное окисление приводит к их разложению. Соединения, образующиеся в процессе химического окисления под действием солнечного света, обладают большей растворимостью по сравнению с исходными. Однако некоторые нефтепродукты при определенных условиях в процессе химического окисления образуют непрозрачные полимеры, что может тормозить дальнейшее разложение. Кроме того, скорость хими-

ческого разложения нефти значительно меньше биологического разложения [14]. Биохимическое разложение основной массы разлитой нефти протекает медленно, так как в природе не существует какого-либо определенного вида микроорганизмов, способного разложить все компоненты нефти. Бактериальное воздействие на них отмечается высокой селективностью. Полное разложение нефти требует воздействия многочисленных бактерий разных видов, причем для разрушения образующихся промежуточных продуктов требуются свои микроорганизмы. Легче всего протекает микробиологическое разложение парафинов. Более стойкие – циклопарафины и углеводороды, – которые сохраняются в водной среде гораздо дольше [12]. Скорость биодеградации зависит как от состава нефти, так и от условий окружающей среды – температуры, наличия доступных соединений азота и фосфора, а также доступа кислорода, солености воды, питательного режима водной среды, то есть от тех факторов, которые определяют ее микробиологическую активность.

Опасность загрязнения водной среды нефтепродуктами. Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на организм человека, животный мир, водную растительность, физическое, химическое и биологическое состояние водоема.

Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, наftenовые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и в некоторой степени наркотическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы [15]. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводороды типа 3,4-бензпирена, обладающие канцерогенными свойствами. Нефтепродукты обволакивают оперение птиц, поверхность тела и органы других гидробионтов, вызывая заболевания и гибель [2].

Предельно-допустимая концентрация нефтепродуктов в водоемах общесанитарного пользования равна 0,3 мг/дм³, в рыбохозяйственных водоемах – 0,05 мг/дм³. Присутствие канцерогенных углеводородов в воде недопустимо [16].

Отрицательное влияние нефтепродуктов, особенно пленочных, в концентрациях 0,001–10 мг/дм³ сказывается и на развитии высшей водной растительности и микрофитов [17].

В присутствии нефтепродуктов ухудшается газообмен с атмосферой, содержание растворенного в воде кислорода, в результате чего жизнедеятельность обитателей водоема угнетается, вплоть до их гибели. Так, при концентрации нефтепродуктов в водоеме 0,05–0,1 мг/дм³ погибают икра и молодь рыб, при концентрации 0,1–1 мг/дм³ – планктон (простейшие организмы, обитающие в водоеме и являющиеся пищей для рыб), а концентрация 10–15 мг/дм³ – смертельна для взрослых особей рыб. Кроме прямого токсического воздействия, нефтепродукты, попавшие в водоем, при концентрации 0,05–0,5 мг/дм³ придают воде и рыбе неприятный «керосиновый» запах. Всего лишь 1 грамм любого нефтепродукта делает непригодным для употребления 2000 л (дм³) воды. Наличие запаха обусловлено самими нефтепродуктами и продуктами их химического и биохимического окисления, среди которых встречаются соединения более токсичные, чем исходные вещества [7, 12].

Достаточное количество нефтепродуктов, взвешенных веществ поступает в окружающую среду с территорий промышленных предприятий в результате сброса неочищенных и недостаточно очищенных нефтесодержащих сточных вод.

Результаты проведенных лабораторных исследований показывают, что сточные воды предприятий, осуществляющих эксплуатацию автомобильного транспорта, характеризуются наиболее высокими концентрациями по нефтепродуктам (превышение в 65,3 раза).

В городах Республики Беларусь действуют достаточно жесткие условия приема загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых абонентами в системы городской ливневой канализации. Многолетний опыт эксплуатации систем ливневой канализации показал, что качество ливневых сточных вод, как правило, не удовлетворяет нормативным требованиям – локальные очистные сооружения поверхностного стока есть лишь на части предприятий, но и они рабо-

тают недостаточно эффективно и оказывают негативное влияние на поверхностный сток с территории города.

С другой стороны, существует государственный экономический механизм воздействия на природопользователей-нарушителей. В соответствии с Законом Республики Беларусь от 26.11.1992 г. «Об охране окружающей среды» и в целях улучшения санитарного состояния рр. Мухавец, Лесная, Западный Буг, а также комплексного решения вопросов улучшения содержания и ремонта коммунальных сетей дождевой канализации г. Бреста и защиты водных объектов от неблагоприятных последствий хозяйственной деятельности организаций, Брестский городской исполнительный комитет установил дополнительную плату за сброс в коммунальные сети дождевой канализации г. Бреста сточных вод с превышением в них уровня допустимых концентраций загрязняющих веществ. Такое своеобразное наказание, однако, выглядит как некое разрешение: заплатил, значит, можно загрязнять... Но не совсем так. Плата за нормативные сбросы – одна, за превышение уровня допустимых концентраций загрязняющих веществ сумма увеличивается в несколько раз. Предприятию экономически невыгодно сбрасывать большое количество вредных веществ, дешевле построить очистные сооружения. В противном случае после ежегодных проверок экологов будут потеряны миллионы рублей. Но, к сожалению, по-прежнему очистные сооружения строят не везде, а имеющиеся в наличии находятся в плачевном состоянии, подолгу не ремонтируются.

Перечисленные качественные параметры поверхностного стока не вызывают сомнений в негативном влиянии его на состояние водоемов, особенно в черте городских поселений, и обуславливают необходимость его предварительной очистки перед поступлением в водоем.

В настоящее время дождевые, талые и условно чистые воды с территории г. Бреста и промышленных предприятий поступают в систему ливневой канализации города и отводятся в водоемы-приемники через 27 выпусков в 3 поверхностных водотока – рр. Мухавец, Лесная, Западный Буг. При этом на 7 выпусках поверхностный сток подвергается механической очистке на очистных сооружениях. Используемые технологические схемы очистки предусматривают, как правило, отстаивание в прудах-отстойниках с удалением нефтепродуктов в маслогрязеуловителях [18].

Анализ результатов лабораторных анализов Испытательного центра «Брестский государственный технический университет» и статистических данных лабораторного мониторинга Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей сре-

ды показал, что в черте города в р. Мухавец сбрасывается поверхностный сток достаточно загрязненный. Влияние поверхностного стока на качество воды рр. Лесная и Западный Буг незначительное. Однако было установлено, что в р. Западный Буг попадает частичный сброс хозяйственно-бытовых стоков через городскую ливневую канализацию из домов частного сектора. Так, за 1 год при совместном обследовании с представителями Городской инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды выявлены несанкционированные врезки хозяйственно-бытовых стоков в городскую ливневую канализацию по ул. Дачной, Смирнова, Адамковской, Заречной, пер. 2-му Западному, что подтверждают результаты лабораторных исследований (таблица 1).

Очистка поверхностного стока от нефтепродуктов. Для очистки поверхностного стока от нефтепродуктов в Республике Беларусь используются различные методы очистки.

Выбор метода и схемы очистки поверхностного стока зависит от фазово-дисперсной характеристики примесей, качественного состава, динамики изменения поверхностного стока во времени [19].

Для выделения свободных, несвязанных нефтепродуктов применяется метод отстаивания. Отстаивание основано на закономерностях всплывания нефтепродуктов в воде и происходит по тем же законам, что и осаждение твердых частиц. Наиболее целесообразно применение тонкослойного отстаивания.

Для выделения мелкодисперсных и связанных нефтепродуктов рекомендуются физико-химические методы и соответствующие им сооружения. К наиболее часто применяемым методам относится флотация. Метод флотации заключается в том, что пузырьки воздуха, подаваемого в сточную воду, обволакивают частицы и поднимают их наверх. В основе этого процесса лежит молекулярное слипание частиц нефти и пузырьков воздуха в воде. В зависимости от способа образования пузырьков воздуха различают несколько видов флотации: напорную, пневматическую, импеллерную, пенную, химическую, биологическую, электрофлотацию и т. д. Наиболее целесообразно применение напорной и импеллерной флотации с использованием реагентов. Особое внимание заслуживает комбинированное сооружение, объединяющее эти два метода.

Очистка сточных вод от растворимых примесей осуществляется экстракцией, сорбцией, нейтрализацией, электрокоагуляцией, эвапорацией, ионным обменом, озонированием и т.п.

Таблица 1. Характеристика показателей качества поверхностных вод Брестской области

Наименование водоприемника	Наименование показателя	Нормированное значение показателя, мг/дм ³	Фактическое значение показателя, мг/дм ³	Максимальное значение показателя, мг/дм ³
р. Мухавец	нефтепродукты	0,3	0,97	6,39
	взвешенные вещества	10,1	55,58	250
	БПК ₅	6,0	5,61	16,8
	сухой остаток	1000	295,8	750
	сульфаты	500	39,65	128
	хлориды	500	29,56	95,04
р. Лесная	АПAB	0,5	0,095	0,388
	нефтепродукты	0,3	0,47	1,61
	взвешенные вещества	10,1	34,61	85,5
	БПК ₅	6,0	5,22	10,09
	сухой остаток	1000	605	777,5
	сульфаты	500	41,55	58,87
р. Западный Буг	хлориды	500	49,35	48
	АПAB	0,5	0,3	0,766
	нефтепродукты	0,3	0,66	1,57
	взвешенные вещества	10,1	53,68	126
	БПК ₅	6,0	13,37	27,3
	сухой остаток	1000	365	428
р. Западный Буг	сульфаты	500	48,87	110,4
	хлориды	500	46,32	87,36
	АПAB	0,5	0,53	1,195

Более глубокая очистка от мелкодисперсных нефтепродуктов до концентраций 0,5–1,0 мг/дм³ может производиться фильтрованием через зернистые загрузки. В качестве загрузок зернистых фильтров используются кварцевый песок, антрацит, горелая порода, гранитная крошка.

Достижение требований водоема рыбохозяйственного назначения достигается двухступенчатым фильтрованием на фильтрах с зернистой загрузкой и с последующей также двухступенчатой сорбцией. Зернистые фильтры должны быть оборудованы узлом интенсивной регенерации, включающимся периодически.

В каждом конкретном случае выбора метода и схемы очистки сточных вод должна быть проведена объективная оценка характеристики сточных вод с определением дисперсного состава загрязнений.

Следует отметить, что влияние нефтепродуктов на загрязненность поверхностного стока изучалась многими учеными и за рубежом: А.В.Рокшевой и Г.А.Сухоруковым в городах Украины [20]; J.Marselek в г. Онтарио (Канада) [21] и другими зарубежными исследователями. Большое внимание загрязненности поверхностных сточных вод уделялось на международных научных конференциях (Дания, Швеция, Норвегия, Словакия, США, Россия).

Заключение

Таким образом, с учетом вышеизложенного с целью сокращения загрязненности поверхностного стока с территории города и промышленных предприятий необходимо проведение целого ряда мероприятий, основными из которых являются:

- 1) следование по пути перехватывания первых порций поверхностного стока и его очистка;
- 2) строительство очистных сооружений на всех выпусках в р. Мухавец, т. к. именно в этот водоприемник отводится основной поверхностный сток и, что особенно существенно, в черте города, в районе городского пляжа;
- 3) сбор поверхностного стока на территории промышленных предприятий и его очистка на локальных очистных сооружениях;
- 4) введение жесткого контроля и недопущение подключения к системе ливневой канализации выпусков из домов частного сектора;
- 5) повышение степени благоустройства городов и культуры эксплуатации дорожных покрытий;
- 6) организация регулярной механизированной уборки территории.

Однако при всем многообразии методов очистки поверхностного стока от нефтепродуктов строительство очистных сооружений требует отчуждения больших площадей и соответствующих капитальных затрат. Особенно в условиях тесной городской застройки, даже располагая необходимыми материальными средствами, не всегда представляется возможным разместить на соответствующей территории эффективно работающие очистные сооружения. Поэтому основной тенденцией в настоящее время является внедрение интенсивных экологических технологий, которые позволяют уменьшить размеры площадей под очистные сооружения и повысить качество очистки воды.

В свете требований санитарных органов о доведении качества очистки сточных вод до нормативов сброса очищенной воды в водоемы рыбохозяйственного назначения большой интерес представляют разработки с использованием сорбционных материалов, преимущество которых заключается в доступности и низкой стоимости исходного сырья. Модифицированные сырьевые материалы обладают достаточно высокой нефтеемкостью и могут быть использованы для очистки водных и земной поверхностей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Драчев, С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. М. – Л.: Наука, 1964. – 274 с.
2. Нельсон-Смит, А. Загрязнение моря нефтью. – Л.: Гидрометеопиздат, 1973. – 124 с.
3. Blumer, M. Scientific aspects of the oil spill problem. Paper pres. At the oil spills conf., Committee on Challenges of Modern Society, NATO. – Brussels, 1970.
4. Farrington I.W., Quinn I.G. Petroleum hydrocarbons and fatty acids in waster water effluents. – «J. Water Pollut. Control Federat.», 1973. – Vol. 45. – N 4. – P. 704–712.
5. Поликарпов, Г.Г. Нефтяные поля как экологическая ниша // Природа. – 1971. – № 11. – С. 75–78.
6. Zobell, C.E. The occurrence, effects and fate of oil polluting the sea // Air and Pollut. – 1963. – Vol. 7. – N 2/3.
7. Ворошилова, А.А. О бактериальном окислении нефти и ее миграции в природных водах / А.А. Ворошилова, Е.В. Дианова // Микробиология. – 1950. – Т. 19. – Вып. 3. – С. 203–210.
8. Синельников, В.Е. Содержание битумоидов в зарегулированных водоемах как показатель загрязнения их нефтепродуктами // Гидрохим. материалы. – 1969. – Т. 50. – С. 161–167.
9. Helmann H., Bruns F.I. Modellversuche zur Bildung von Wasser in Rohol – Emulsionen und ihre Bedeutung fur die Oldekämpfung auf See // Tenside/ – 1970/ – Bd 7/ – N 1/ – S. 11–15.
10. Berridge S.A., Dean R.A., e. a. The properties of persistent oils at sea // J. Inst. Petrol. – 1968/ – Vol. 54. – N 539. – P. 300–307.
11. Boylar D.B., Tripp B.W. Determination of hydrocarbons in sea water extracts of crude oil and crude oil fractions // Nature. – 1971. – Vol. 230. – N 5288. – P. 44–47.
12. Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана / Под ред. Нестеровой, Лозановская [и др.]. – 1998.
13. Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана / Под ред. Миронова. – 1985.
14. Загрязнение и охрана природы Мирового океана, 1995.
15. Красовицкая, М.Л. Вопросы гигиены атмосферного воздуха в районе нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. – М.: Медицина, 1972. – 170 с.
16. Zafirion, O.C. Improved method for characterizing environmental hydrocarbons by gas chromatography // Anal. Chem.. – 1973. – Vol. 45. – N 6. – P. 952–956.
17. Миронов, О.Г. Биологические аспекты загрязнения морей нефтью и нефтепродуктами // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1972. – № 2. – С. 52–59.
18. Разработать методику и выполнить расчеты объемов поверхностных сточных вод для г. Бреста и промышленных предприятий: отчет о НИР (закл.) / ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»; рук. НИР к.т.н., доцент В.Н. Яромский. – Брест, 2007. – 37 с.
19. Пономарев, В.Г. Очистка сточных вод от нефтепродуктов / В.Г. Пономарев, Я.Б. Улановский // Вода. – 2010. – № 1(152). – С. 16.
20. Концепция межрегиональной экологической программы по охране и использованию вод бассейна реки Северский Донец. Концепция подготовлена доц. А.Н. Васильевым (ХНУ), проф. А.В. Гриценко и проф. Г. А. Сухоруковым (УкрНИИЭП, г. Харьков).
21. Averill, D., P. Chessie, D. Henry, J. Marsalek and P. Seto. 1999. High-rate physical-chemical treatment of combined sewer overflows, volume 2, p. 490–497. In I.B. Joliffe and J. Ball (ed.), Proceedings of the 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia.

Материал поступил в редакцию 07.04.11

YALOVAJA N.P., BORSUK I.P. Clearing of natural waters of pollution petroleum by containing waste water

The properties and forms of migration of petroleum in water environment are considered. The advantages both lacks of known methods and ways of clearing of superficial waters from petroleum proved. The measures on reduction of a dirty of a superficial drain from territory of city and industrial enterprises are offered.